

مقدمة المترجمين

لقد كانت هناك زيادة هائلة خلال العقود الماضية في أعداد وأنواع وتعقيدات الأجهزة الطبية المستخدمة في المنشآت الصحية. ويعتمد الطب الحديث اعتماداً شبيه كاملاً على هذه الأجهزة ورغم ذلك فإنه من الصعب إيجاد كتاب باللغة العربية يصف الأسس الفيزيولوجية والمبادئ الهندسية التي يستند إليها عمل تشكيلة عريضة من التجهيزات الطبية، حيث تفتقر المكتبة العربية إلى مراجع من هذا النوع بشكل خاص وإلى مراجع في الهندسة الطبية والإكلينيكية عموماً. ومساهمةً منا في ملء هذه الفجوة وإغناءً للمكتبة العربية بهذا النوع من الكتب قمنا بعون الله وتوفيقه بترجمة هذا الكتاب "المرجع في التجهيزات الطبية الحيوية" الذي يسعدنا أن نقدمه بين أيديكم، والذي نرجو أن يستفيد منه الطلاب في دراستهم والأساتذة في تدريسهم، والمهندسون الطبيون والإكلينيكيون في عملهم.

إن ترجمة الكتب العلمية إلى اللغة العربية مغامرة مليئة بالمصاعب. فمن ناحية ينبغي الالتزام بالنص الأصلي ومن ناحية أخرى يجب أن تكون الترجمة بلغة عربية سليمة وتعكس المفهوم العلمي والمعنى الصحيح بصورة دقيقة ومفهومة. إن تحقيق هذه العناصر كلها مجتمعة أمر صعب جداً لا يقدرُ صعوبته إلا من خاض غمار هذه التجربة. لقد بذلنا كل جهد ممكن لتحقيق جميع العناصر المذكورة أعلاه ونرجو من الله أن نكون قد وفقنا في ذلك لحير وفائدة القراء والمهتمين بمواضيع هذا الكتاب، وأن نكون ساهمنا بجزء ولو يسير في إغناء المكتبة العربية بمثل هذا النوع من المراجع.

وأخيراً وعرفاناً منا بالجميل نشكر جامعة الملك سعود ومركز الترجمة فيها وكلية المجتمع بالرياض على تشجيع وحث منسوبي الجامعة على التميز والريادة. ولا ننسى في هذا المجال أن نشكر المحكمين والمراجعين وكل من ساهم بشكل أو بآخر في إنجاز هذا العمل.

مقدمة الطبعة الثانية

PREFACE TO THE SECOND EDITION

يسعدني جداً أن أقدم بين أيديكم الطبعة الثانية المعدلة والموسعة لكتابي "المرجع في التجهيزات الطبية الحيوية". إن تعديل وتحديث الكتاب أصبح ضرورياً، ليس فقط بسبب التغيرات التكنولوجية التي حدثت في العقد الأخير، وإنما أيضاً بسبب الشعبية الكبيرة للكتاب بين المحترفين في مجال التجهيزات الطبية الحيوية، بالإضافة إلى الطلاب والمدرسين أيضاً في المعاهد الأكاديمية. إنني أشعر بالفخر بأنني ساعدت مجتمع التدريس بالبدء بمقررات كثيرة في التجهيزات الطبية الحيوية في كليات الهندسة والكليات متعددة التقنيات (البولي تكنيك) عبر البلاد، والتي أصبحت أسهل، في معظم الحالات؛ وذلك نتيجة الطبعة الأولى من الكتاب.

لقد تم في الطبعة الثانية مراجعة المادة الموجودة بشكل شامل مع الأخذ بعين الاعتبار التطورات في التكنولوجيا وإدخال طرق حديثة ومُحسَّنة للتشخيص والمعالجة الطيبان. لقد تم إضافة سبعة فصول جديدة تشمل مواضيعاً مثل أنظمة التصوير الطبي النووي مُغطِيةً الكاميرا غاما، وكاميرا الـ PET، وكاميرا الـ SPECT. لقد نضجت تقنية تفتيت الحصى ولم تعد مُستخدمة فقط من أجل تفتيت حصى الكلية والحصى الصفراوية وإنما أيضاً من أجل أغراض علاجية. لقد تم تضمين آلة التخدير، وأجهزة التنفس الاصطناعية لإكمال تغطية التجهيزات لغرفة العمليات. إن فصول التجهيزات المخبرية الإكلينيكية وأنظمة التزويد بالدواء المؤتمتة هي فصول جديدة هامة أخرى. يغطي فصل التصوير بالأشعة السينية والتصوير الشعاعي الرقمي المعلومات التي يُحتاج إليها كثيراً في هذا الجهاز الحيوي المُستخدم عالمياً في المرافق الطبية.

إن دخول المتحكمات الصغيرة والكمبيوترات الشخصية إلى التجهيزات الطبية أدى إلى تكامل الأتمتة والذكاء المُدمج داخل التجهيزات الطبية على نطاق واسع. لقد أدى هذا إلى استبدال تقنيات تسجيل وأنظمة إظهار كانت وطيدة لوقت طويل. لقد تم استغلال ميزات هيكلية الكمبيوتر الشخصي بالكامل فيما يخص سعة تخزينه العالية للبيانات والإظهارات ذات الشاشات الكبيرة في التطبيقات البحثية والإكلينيكية للتجهيزات الطبية. بناءً عليه،

وحيثما كان ذلك ضرورياً، تم القيام بالإشارة في هذه الطبعة إلى الكمبيوترات الشخصية كجزء متمم للتجهيزات الطبية.

يهدف فهم الروابط بين علوم الحياة و التقنيات الهندسية فإنه من الضروري للمهندسين أن يكون لديهم فهم كافٍ حول تشريح وفيزيولوجيا الجسم البشري. تم في الفصل الأول إعطاء وصف موجز للأنظمة الفيزيولوجية الهامة، وبالتحديد الجهاز القلبي الوعائي، والجهاز التنفسي، والجهاز العصبي. وقد تم أيضاً وصف أنظمة فيزيولوجية خاصة في فصول أخرى حيثما كان ذلك ضرورياً.

تم تقسيم الطبعة الجديدة إلى ثلاثة أبواب. يعالج الباب الأول أنظمة القياس، والتسجيل والمراقبة. يغطي الباب الثاني أنظمة التصوير الحديثة بينما تم تكريس الباب الثالث للتجهيزات العلاجية.

تمت مراجعة المراجع بشكل واسع لتشمل مادة البحث الحديثة من المجالات البحثية من جميع أنحاء العالم. إن تضمينها في الأماكن المناسبة في النص يشكل الرابط الضروري بين الحالة الراهنة للتكنولوجيا وجهاً لوجه مع مجال الأبحاث التي هي قيد الإنجاز.

عندما كتبت طبعتي الأولى كان أولادي فتياً. لقد كبروا الآن وهم متزوجون ولديهم أطفالهم، وهم من دفعني لتحديث هذا الكتاب. وفيما أنا أعبر عن شكري لهم لإقناعهم لي بهذه المبادرة فإن عرفاني بالجميل والنابع من القلب يذهب إلى زوجتي السيدة Ramesh Khandpur التي أمضت وقتاً طويلاً تشاهد التلفاز وحيدة بينما كنت أعمل في غرفة عملي. غالباً ما دخل أحفادي الصغار Harsheen and Aashna، إلى غرفة عملي لكي يبهجونني بمزاحهم الذي جعل مهمتي جميلة وممتعة في آن. شكري إلى جميع قرائي الذين أرسلوا اقتراحاتهم التي تم تضمين معظمها في هذه الطبعة.

أمل أن ينال هذا الكتاب نفس القبول بين قُرَّائه وأن يثبت أنه مفيد للمحترفين والطلاب العاملين في مجال التجهيزات الطبية الحيوية.

شاندي غراف

٣١ كانون الأول ٢٠٠٣

أرأس كاندبور

مقدمة الطبعة الأولى

PREFACE TO THE FIRST EDITION

لقد كانت هناك زيادة هائلة خلال العقدين الماضيين في استخدام التجهيزات الإلكترونية في المجال الطبي من أجل الأغراض البحثية والإكلينيكية. إلا أنه من الصعب إيجاد كتاب يصف الأساس الفيزيولوجي كما يصف المبادئ الهندسية التي يستند إليها عمل تشكيلة عريضة من التجهيزات الطبية. لقد تمت كتابة هذا الكتاب ملء هذه الفجوة.

تم تصميم الكتاب ليغطي تشكيلة واسعة من القراء. سيجد مستخدمي التجهيزات الطبية أن الكتاب مفيد لهم حيث أنهم سيكونون قادرين على تقدير مبدأ التشغيل ، والكتل المكونة الرئيسية للتجهيزات التي يعملون عليها كل يوم. لقد تم القيام بمحاولة تقديم التفاصيل الفنية المعقدة للتجهيزات مع شرح تصويري وواضح للمعلومات الضرورية. وهكذا يؤمن الكتاب مرجعاً مفيداً للكادر الطبي أو شبه الطبي الذي تكون معرفتهم بالتجهيزات الطبية محدودة.

يتطور مجال الهندسة الطبية الحيوية بسرعة ويتم تأسيس أقسام جديدة في الجامعات والكليات التقنية والمعاهد الطبية والمستشفيات في جميع أنحاء العالم. إضافة إلى المهندسين المتخرجين ذوي العلاقة بتطوير تقنيات التجهيزات الطبية سوف يجد الكتاب قراءً في العدد المتزايد للطلاب الذين يأخذون دورات في القياسات الفيزيولوجية في الكليات التقنية.

يقتضي الاستخدام الواسع الانتشار ومتطلبات التجهيزات الإلكترونية الطبية أن يكون هناك مهندسي خدمة وصيانة أذكياء. بالإضافة إلى امتلاك المعرفة بمبادئ التشغيل ، فإنه من المهم لهم أن يعرفوا التفاصيل لتجهيزات تجارية من مُصنَّعين مختلفين. لقد تم إعطاء وصف مختصر لتجهيزات نموذجية من مُصنَّعين طليعيين حيثما بدا ذلك ضرورياً لتوضيح مادة الموضوع.

تم تقسيم الكتاب إلى أربعة أجزاء. يتعامل الجزء الأول مع تجهيزات التسجيل والمراقبة. ويحتوي هذا الجزء على أحد عشر فصلاً.

يبدأ الفصل الأول بالشرح بأن الجسم البشري هو منبع لعدد هائل من الإشارات الهامة جداً من أجل التشخيص والمعالجة. يتم التقاط هذه الإشارات من سطح الجسم أو من داخله. يتطلب هذا إلكترونيات بأحجام وأشكال وأنواع مختلفة. توجد أيضاً بعض البارامترات التي يجب مراقبتها بشكل روتيني مثل الحرارة وتدفق الدم وضغط الدم والوظائف التنفسية. يتم تحويل هذه البارامترات، التي هي بشكل أساسي غير كهربائية بطبيعتها، إلى إشارات كهربائية مقابلة بواسطة مبدلات متنوعة. تشكل الإلكترونيات والمبدلات مجموعات البناء الأولى لمعظم التجهيزات الطبية التشخيصية ولذلك يتم وصفها في الجزء الأول من هذا الكتاب.

بعد التقاط الإشارات ذات الاهتمام من الجسم يتم معالجتها وتقديمها بشكل مناسب أكثر من أجل التفسير. يكون الإظهار عموماً على أنبوب صورة من أجل مراقبة سريعة وبصرية أو تسجيلاً على ورق رسم بياني. تسهل مثل هذه التسجيلات الدراسة المفصلة من قبل الأخصائيين في وقت لاحق مناسب. يتم تغطية أنظمة الإظهار والتسجيل والمسجلات الطبية الحيوية الأكثر استخداماً على وجه العموم في الفصول الثلاثة المتتالية.

يتلو ذلك تقديم لأنواع متعددة من أجهزة مراقبة (مونيטورات) المريض. تساعد الأنظمة الممرضين والكادر الطبي بجمع المعلومات عن البارامترات الفيزيولوجية الحيوية من المريض بسرعة قبل وأثناء وبعد العملية وفي جناح العناية المشددة حيث يتم إبقاء حالة المريض تحت مراقبة دائمة.

بعيداً عن الوصف لتجهيزات تقليدية من أجل مراقبة معدل ضربات القلب وضغط الدم ومعدل التنفس والحرارة فقد تم تضمين فصل مستقل عن تجهيزات مراقبة اضطراب النظم. يسمح هذا الصنف من التجهيزات بشكل متواصل أشكال نظم الـ ECG ويصدر إنذارات وفقاً لأحداث يمكن أن تكون مُنذرة أو مهددة للحياة. يتضمن الفصل وصفاً لتجهيزات المراقبة الإسعافية المتنقلة أيضاً.

إن تجهيزات المراقبة الخاصة بالجنين هي مجال آخر حيث تم الإفادة فيها عن تقدم كبير في السنوات القليلة الأخيرة. أصبحت التجهيزات من أجل مراقبة معدل ضربات قلب الجنين المبنية على أساس إزاحة دوبلر موثوقة أكثر بسبب دارات معالجة إشارة أفضل واستخدام معالجات صغيرة. إن الذكاء الآن مدمج في أجهزة مراقبة قلب الجنين لتأمين معالجة البيانات من أجل إجراء دراسات الترابط لمعدل ضربات قلب الجنين والنشاط المخاض.

يسمح القياس اللاسلكي عن بُعد بفحص البيانات الفيزيولوجية للأشخاص في الشروط الطبيعية وفي الأجواء المحيطة الطبيعية بدون إزعاج أو إعاقة للشخص أو الحيوان تحت الاختبار. إن المراقبة عن بعد هي أكثر الطرق راحة لتقييم حالة المريض أثناء النقل ضمن المستشفى من أجل إجراء دراسات الإجهاد قبل تسريحه من الأجنحة القلبية. يشرح فصل القياس الطبي الحيوي عن بعد التقنيات والتجهيزات من أجل مراقبة البيانات

الفيزيولوجية من خلال القياس عن بعد في مواقف متنوعة. ويتضمن أيضاً إرسال الإشارات الطبية الحيوية عبر خطوط التلفون من أجل دراستها وتحليلها في مكان بعيد.

تُستخدم الكمبيوترات والمعالجات الصغيرة بشكل واسع في التجهيزات الطبية المُصمَّمة لأداء قياسات إكلينيكية روتينية وخصوصاً في تلك الحالات التي يمكن أن يعتبر فيها اعتبار حساب ومعالجة البيانات كجزء من القياس وعملية التشخيص. لم يتم شرح استخدام المعالجات الصغيرة في تجهيزات وأنظمة متنوعة في مواقع متعددة في الكتاب فقط وإنما يعطي فصل كامل رؤية شاملة عن تطبيقات الكمبيوتر والمعالج الصغري في المجال الطبي.

مع الاستخدام المتزايد لتجهيزات العلاج والمراقبة فقد تم تضمين المريض كجزء من دائرة كهربائية وبذلك عُرضَ لإمكانية تأمين ممر لتيارات تسريب مميتة بشكل كامن. تنشأ مثل هذه الحالة بشكل خاص عندما يحمل المريض قناطر موجودة في جوفه. يصف فصل كامل عن سلامة المريض حالات متنوعة تتطلب انتباهاً لتجنب وقوع حوادث يمكن تفاديها. كما تم أيضاً مناقشة تدابير وقائية يجب اتخاذها أثناء تصميم التجهيزات الطبية الكهربائية من وجهة نظر سلامة المريض.

يُفصّل الجزء الثاني التقنيات المختلفة للتحليل والقياس في الطب ويتألف من سبعة فصول. يتعلق الفصلان الأولان بقياس تدفق الدم وحجمه.

إن تدفق الدم هو أحد أهم البارامترات الفيزيولوجية وهو أيضاً أحد أصعب البارامترات للقياس. لقد أعطى هذا دفعاَ لمجموعة متنوعة من التقنيات في مسعى لتحقيق المتطلبات لنظام قياس تدفق مثالي. لقد تم تطوير التقنيتين الباضعة وغير الباضعة معاً. لقد أثبتت تقنية دوبلر فوق الصوتية أنها مفيدة بشكل خاص في قياس تدفق الدم. لقد تم إعطاء شرح مُفصّل في الفصل الثاني عشر عن الطرق الحديثة لقياس تدفق الدم متضمناً تلك التي تستخدم تقنية دوبلر الليزرية. يُفصّل فصل مستقل عن قياس النتاج القلبي بإسهاب أحدث ما تم التوصل إليه في هذا المجال المهم.

تعمل تجهيزات فحص الوظائف الرئوية كوسائل إضافية في الإجراءات الإكلينيكية المؤتمتة وتقنيات التحليل من أجل تنفيذ دراسة كاملة لوظائف الرئة من العملية التنفسية. بالإضافة إلى تخطيط سرعة التنفس التقليدي هناك عدة تقنيات جديدة مثل مقياس التنفس فوق الصوتي وأجهزة التحليل المبنية على أساس المعالج الصغري تكون قيد التطوير. إن قياس الغازات هو أيضاً مهم من أجل الدراسات التنفسية. يقدم الفصل الرابع عشر وصفاً مُفصّلاً لتجهيزات وأنظمة متنوعة من أجل تقييم الوظيفة الرئوية.

يشكل قياس الغازات مثل الأوكسجين و ثاني أكسيد الكربون في الدم ، بالإضافة إلى درجة حموضة (PH) الدم بارامترات اختبار مهمة لدراسة التوازن الحمضي - القلوي في الجسم. لقد تطورت أجهزة تحليل غازات الدم بشكل كبير في السنوات القليلة الماضية. تتضمن التجهيزات الحديثة المُتحكّم بها بواسطة معالج صغري تخفيفاً للعينة ومعالجة للبيانات آليين. يقدم فصل مستقل عن أجهزة تحليل غازات الدم تفاصيل عن التجهيزات الحديثة

واستخدامها في الممارسة الإكلينيكية. يغطي الفصل السادس عشر مقاييس الأكسج ويصف تقنيات متعددة لتقييم مستوى تشبع الأوكسجين في الدم من خلال تقنيات باضعة وغير باضعة معاً. يعالج فصل عن عدادات خلايا الدم الطرق الإلكترونية لعد خلايا الدم ونظماً مبنياً على أساس معالج صغري من أجل إجراء حسابات مهمة في الدمويات.

يحتوي الجزء الثالث على أربعة فصول عن أنظمة التصوير الطبية. لقد شهد العقد الأخير عملية لم يسبق لها مثيل في هذا المجال وتنتج عنها تقييم وتطوير لفوق الصوت والتصوير المقطعي المحوسب والرنان (NMR). لقد أثبتت فوق الصوت أنه وسيلة تصوير مفيدة بسبب خاصيته غير الباضعة ومقدرته على تمييز سطوح التماس بين الأنسجة الطرية. يتم الآن تطبيق أنظمة التصوير فوق الصوتية للحصول على صور لكامل مجال الأعضاء الداخلية تقريباً في البطن. يغطي الفصل عن فوق الصوت معلومات شاملة عن هذه التقنية ويتضمن فيزياء فوق الصوت وأنظمة صدى النبضة التي تتضمن تخطيط صدى القلب بالنمط M- وتشكيلة متنوعة من أنظمة المسح والتقنيات. تُعتبر ماسحات الـ CT كأعظم تطور مهم منذ اكتشاف الأشعة السينية. وعلى الرغم من كلفتها العالية أصلاً فإن عدة آلاف منها مُركبة في المستشفيات في العالم. مع الأخذ بعين الاعتبار تأثير التشخيص الطبي فقد تم تقديم وصف مفصل لتقنيات المسح المتعددة في أنظمة الـ CT في الفصل التاسع عشر. يتضمن الفصل أيضاً معلومات عن آلة الأشعة السينية الأساسية ومكثفات الصورة. إن التخطيط الحراري - علم إظهار وتفسير شكل درجة حرارة الجلد - هي تقنية أخرى تقف جنباً إلى جنب مع الأشعة السينية وفوق الصوت والفحص الإكلينيكي كمساعد للتشخيصات الطبية. ومع أخذ فائدها بعين الاعتبار ومعرفة عدم توافر المعلومات عن هذا الموضوع في معظم كتب التجهيزات الإلكترونية الطبية، فقد تم تضمين فصل مستقل لها في هذا الكتاب.

الجزء الأخير مكرّس للتجهيزات العلاجية وذلك في ستة فصول.

يُستخدم عموماً نوعان من التجهيزات لتلبية حاجات الطوارئ القلبية، وهما نواظم الخطى ومزيلات الرجفان. تم تطوير تقنية نواظم الخطى القابلة للزرع بشكل كبير في السنوات القليلة الماضية، مما أدى إلى توافر نواظم خطى بضمان فعاليتها مدى الحياة. وهذا أصبح ممكناً بسبب التحسينات في مصادر الطاقة والدارات ذات تيار التصريف المنخفض وتقنيات تغليف أفضل. لقد ساعد توافر نواظم الخطى القابلة للبرمجة في تخصيص المعالجة بنواظم الخطى إلى حد بعيد. بشكل مشابه فقد ظهرت مزيلات الرجفان المبنية على أساس المعالج الصغري في السوق لتعطي إمكانية لتأمين تفريغ شحنة إزالة الرجفان بشكل أكثر فعالية من خلال ضبط الخرج بشكل مناسب على أساس ممانعة الإلكتروود - المريض. وقد تم تغطية هذين الموضوعين في فصلين مستقلين.

إن استخدم التردد العالي في عمليات الجراحة الكهربائية مُتوطد بشكل جيد. ولا توجد تغيرات كثيرة جداً في التصميم الأساسي ما عدا التوافر للنماذج ذات الحالة الصلبة مع تدابير احتياطية للسلامة أفضل من أجل المريض

والمُشغَّل. إن تطبيق الليزر من أجل جراحة لا دموية ومن أجل التخثير للبنىات الدقيقة في الأعضاء الحساسة والصغيرة للجسم يتم الآن ممارسته بشكل روتيني في عدة مراكز في العالم. تغطي فصول خاصة آلات الجراحة الكهربائية بالتردد العالي وتطبيقات الليزر في الطب على التوالي.

إن المحافظة على الوظيفة الكلوية في القصور الحاد والمُزمن من خلال الديليزة هو تقنية يتم ممارستها بشكل روتيني. تحتوي آلات ديلزة الدم من أجل الاستخدام في المستشفيات على تشكيلة متنوعة من خصائص التحكم والمراقبة وبعض هذه الوظائف تم حوسبتها أيضاً. لقد كانت هناك محاولات أيضاً لإنتاج كلية اصطناعية قابلة للارتداء بحيث يستطيع المرضى الذي يعانون من هذا المرض أن يتمتعوا بحياة قريبة من العادية أثناء إقامتهم بعيداً عن مركز الديليزة. يتضمن الفصل عن ديلزة الدم وصفاً للآلات المتوسطة بشكل جيد مع الإشارة إلى الجهود في تطوير أنظمة محمولة.

لقد اكتسبت تجهيزات المعالجة الفيزيائية مثل آلة العلاج بالإنفاز الحراري بالأموال القصيرة وآلة العلاج بالإنفاز الحراري بالأموال الميكروية ووحدات المعالجة بالأموال فوق الصوتية دوراً وطيلاً في المستشفيات. بشكل مشابه يتم الآن بشكل روتيني استخدام تقنية التشخيص الكهربائي والمعالجة الكهربائية في أقسام المعالجة الفيزيائية. إن توسعاً لهذه التقنية كان التطور لمنبه صغير من أجل تشكيلة متنوعة من التطبيقات مثل إزالة الألم والتحكم بالتبول والصرع... الخ. إن المعلومات عن هذه التقنيات غير متوفرة عادة في الكتب عن هذا الموضوع. إن التضمن لفصل كامل عن هذه التقنيات يملأ هذه الفجوة.

تم تضمين عدد كبير من المراجع في النهاية، لمساعدة القراء الأكثر اهتماماً في البحث بشكل مريح عن مادة إضافية عن الموضوع الذي يهتمون له.

أعبر عن شكري لمدير المنظمة المركزية للتجهيزات العلمية في تشانديغار لموافقته الكريمة على نشر هذا الكتاب. وأنا مقر بالجميل لمُصنِّعين متعددين للتجهيزات الإلكترونية الطبية الذين قدّموا معلومات قيّمة عن المنتجات بالإضافة إلى بعض الصور الفوتوغرافية المهمة.

أخيراً أنا ممتن لزوجتي Ramesh Khandpur التي ساعدتني في تصحيح ومقارنة النص المطبوع. وأعبر عن شكري أيضاً للمساعدة التي توفرت لي في هذا العمل من قبل أطفالتي Vimal, Gurdial and Popila. لقد ضجروا جميعاً من شدة عدم الاهتمام ومن تجاهلي لهم لمدة طويلة أثناء التحضير للمخطوطة.